УДК 608.2

М.М. Татур [1], С.А. Остроухова [1]

[1]Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. Платонова, 39, г. Минск, Беларусь, 220000

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ СОРТИРОВКИ СЕМЯН В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

M.M. Tatur[1], S.A. Ostroukhova[1]

[1]Belorussian State Univercity of Informatics and Radioelectronics
st. Platonava, 39, c. Minsk, Belarus, 220000

TECHNICAL VISION SYSTEM FOR SEEDS SORTING IN A LABORATORY

В статье рассматривается задача анализа качества семян и их сортировки при проведении испытаний в лабораторных условиях. Рассматривается существующее оборудование. Предлагается вариант статической системы технического зрения для анализа качества семян.
Ключевые слова: система технического зрения, сортировка семян, оптический сортировщик, фотосепаратор, статическая система сортировки семян.

In the article the task of seed quality analysis and its sorting in a laboratory is considered. Existing equipment is discussed. A version of static technical vision system for seed quality analysis is proposed.
Key words: technical vision system, seeds sorting, optical sorter, fotoseparator, static seeds sorting system.

Введение

Среди современных информационных технологий значительную роль играют системы технического зрения (СТЗ). СТЗ преодолевают ограничения человеческого зрения, расширяя круг возможностей для анализа изображений. СТЗ могут применяться в условиях, непригодных для человека, представляющих угрозу для жизни или наносящих ущерб здоровью.

Существует необходимость использования СТЗ для более эффективного анализа семян, ускорения и снижения стоимости этого процесса. Актуальность применения СТЗ подтверждается рядом следующих задач: определение заражений и болезней семян, анализ смесей семян, определение посторонних примесей (включая семена другого сорта), определение жизнеспособности семян.

Перед использованием семян (для реализации или собственных нужд) субъект хозяйствования должен предоставить их на проверку качества в инспекцию по семеноводству. То есть, СТЗ для определения качества семян востребована не только в промышленных масштабах, но и для анализа относительно небольших партий.

Для сортировки и очистки семян от примесей существуют фотосепараторы (оптические сортировщики), которые определяют соответствие стандарту каждого объекта в смеси и направляют его в основной лоток или в отход. Такое оборудование производится в различных странах: Швейцарии (Bühler) [1], Японии (Satake) [2], России (Воронежсельмаш) [3].

Постановка задачи

Принцип устройства фотосепараторов одинаков и показан на рис. 1. Семена для сортировки высыпаются в контейнер, под действием вибрации объекты смеси попадают по одному в канал для сортировки, который выполняется из специальных материалов, не повреждающих семечко при падении. Каждый

объект во время падения снимается видеокамерой и анализируется системой. Объекты, определенные как отход, после прохождения канала извлекаются в контейнер для отхода, остальные семена попадают в основной лоток. Решение о соответствии объекта стандарту должно быть принято до того, как объект попадет в зону экстракции. То есть, время анализа ограничено.

Фотосепараторы при анализе семян учитывают цвет, форму и размер продуктов сортировки. Дополнительно может использоваться подсветка (инфракрасная, ультрафиолетовая, рентгеновские лучи, отдельные длины волн).

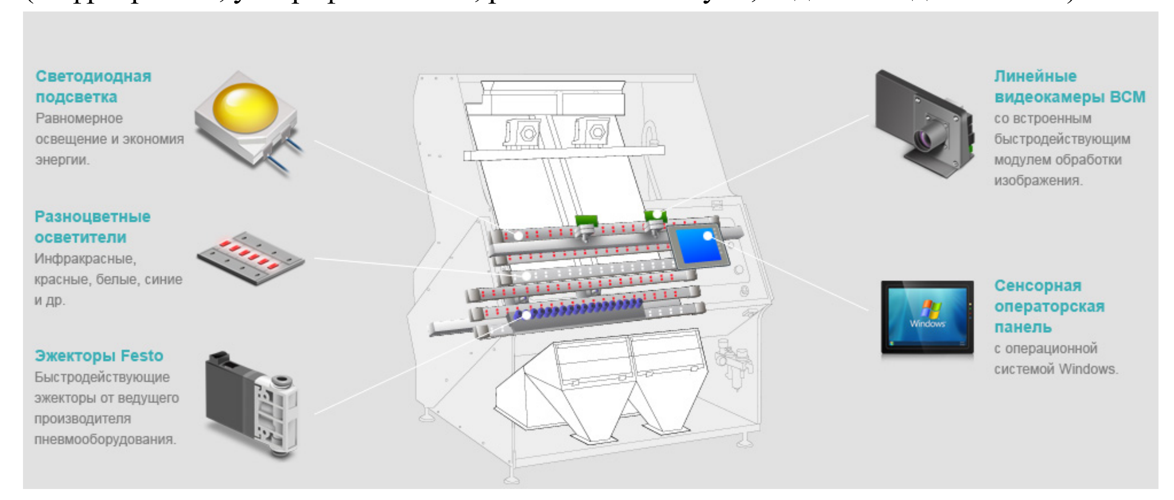


Рис. 1. Устройство фотосепаратора [3]

Для увеличения скорости анализа в фотосепараторах используется несколько каналов, по которым семена проходят параллельно. Это требует увеличения числа экстракторов, размеров оборудования и его стоимости.

Фотосепараторы в значительной мере упрощают работу специалиста, решения принимаются автоматически, что повышает объективность анализа и исключает человеческую ошибку.

Исходя из задачи сортировки семян, определим требования, предъявляемые к проектируемой СТЗ. Она должна выполнять идентификацию семян, их классификацию, выявлять посторонние примеси, определять качество семян (находить обрушенные, щуплые, неполные), выявлять болезни.

Обязательные требования: наличие цветной камеры высокого разрешения (для получения изображения семян и последующего анализа их цвета, формы и других признаков), обеспечение высокой скорости анализа, использование материалов, соответствующих стандартам отрасли, наличие модуля обработки изображений, реализация классификатора.

Для повышения качества анализа желательно наличие модуля предварительной обработки изображений (для улучшения яркостных характеристик, контраста с фоном, фильтрации), а также наличие подсветки (инфракрасное излучение, ультрафиолетовое, видимого диапазона, рентгеновские лучи).

В инспекциях по семеноводству, кроме классификации семян, актуальной является задача их физического разделения на основную культуру, сорняки, отход. Для решения этой задачи требуется: лоток для семян, которые необходимо проанализировать, блок принятия решения о качестве каждого объекта, средства для экстракции примесей из основной массы.

Результаты анализа качества семян нужно представить в виде отчета. Для автоматического составления удостоверения (уведомления) с приложением результатов систему необходимо дополнить модулем, содержащим стандартные требования, предъявляемые к качеству семян. Автоматизация отчетов для инспекций является важным аспектом, поскольку работа с документами требует напряженного внимания и ответственности.

Семена растений можно сравнивать по цвету, форме, размеру, в некоторых случаях можно анализировать свечение. Для каждого конкретного случая некоторые из признаков будут более информативными, чем остальные.

Решение задачи

Исходя из системных требований, рассмотрим возможные варианты построения СТЗ для автоматизации анализа качества семян. СТЗ можно разделить на 2 группы: работающие с видеопотоком данных (динамические системы) и с фотоизображениями (статические). Для динамических систем большое значение имеет время обработки изображений. Скользящий по каналу объект нужно снять, определить на последовательности кадров, распознать и принять решение о его дальнейшем направлении до того, как этот объект достигнет экстрактора. Динамические системы предполагают сложную механику. Необходимо организовать поток семян так, чтобы каждая частица двигалась отдельно от других. Каждый следующий объект должен начинать движение по каналу через некоторый интервал времени. Экстрактор должен воздействовать только на один объект. Увеличение скорости анализа смеси достигается за счет использования нескольких каналов и распараллеливания процесса.

Альтернативный вариант – анализ массы семян на плоскости. Примерный вид такой системы приведён на рис. 2.

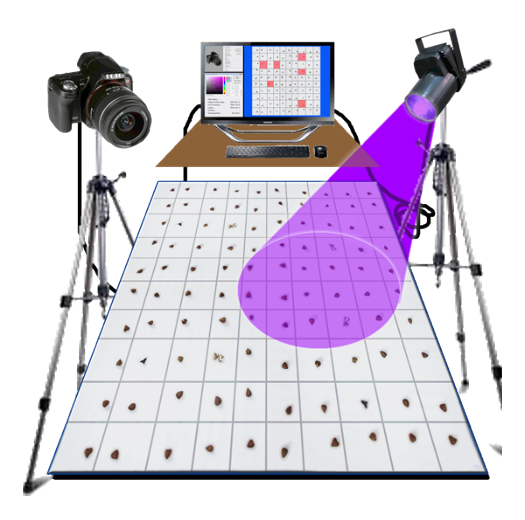


Рис. 2. Схематическое изображение СТЗ для анализа семян

Статическая система сортировки семян предполагает рабочую поверхность, разбитую на множество ячеек. Семена распределяются по поверхности так, чтобы в каждой ячейке было не более одного объекта, также ячейка может быть пуста. Ячейки, в которых более одного объекта или объект поместился не полностью, не анализируются, так как при экстракции возможны ошибки. Система работает с фотографией (статическим изображением) семян на поверхности. Изображение с

камеры поступает в модуль обработки информации, на изображении определяются отдельные объекты и классифицируются (основная культура и другое).

Модуль предварительной обработки изображений нужен для повышения качества последующего анализа. На данном этапе можно убрать шум, добавить резкость, увеличить контрастность и яркость, при необходимости использовать какие-либо фильтры, способствующие выделению семян на рабочем фоне, а также усилению визуальных различий между объектами.

Модуль вычисления информативных признаков собирает информацию об объектах, присутствующих на изображении, для их последующей классификации.

В модуле классификации принимается решение о принадлежности объекта определённому виду семян или отходу. Решение принимается на основе полученных данных о размере, форме и цвете семян.

Время анализа не ограничено особенностями системы. После обработки изображения формируется список номеров (координат ячеек), объекты из которых нужно удалить (поместить в отдельный лоток). Это действие повторяется столько раз, сколько классов объектов обнаружено на поверхности.

Предварительно такую систему необходимо обучить, чтобы она могла правильно определить принадлежность каждого объекта к определенному классу. После окончания анализа в системе имеются данные о составе смеси, на основе которых можно определить наиболее эффективный алгоритм для сортировки семян. Для физического разделения могут быть использованы различные подходы, связанные с механикой экстракции. Например, ячейки с одинаковым видом объектов после анализа могут открываться, чтобы эти объекты попали в отдельный лоток, затем над следующим лотком открывается группа ячеек с другими объектами и т.д. Заключительный этап работы системы сводится к формированию отчёта.

Выводы

Автоматизированная система сортировки и анализа качества семян повышает объективность анализа, помогает избежать ошибок, экономит время оператора. Существующие фотосепараторы предназначены для использования в промышленных условиях и не подходят для применения в лаборатории. Оборудование для лабораторного анализа не производится, но является востребованным для специалистов.

Литература

1. Оптическая сортировка // [Электр. Ресурс]. – Режим доступа: http://www.buhlergroup.com/europe/ru/220.htm#.VQU8W-FvoeM
2. Satake Europe Limited - Cereal Milling Engineers, Flour Milling, Rice Milling, Colour Sorting, Debranning // [Электр. ресурс]. – Режим доступа: http://www.satake-europe.com/noflash.html
3. ООО "Воронежсельмаш" // [Электр. Ресурс]. – Режим доступа: http://www.vsm-sorter.ru

References

1. Optical Sorting // http://www.buhlergroup.com/europe/ru/220.htm#.VQU8W-FvoeM
2. Satake Europe Limited - Cereal Milling Engineers, Flour Milling, Rice Milling, Colour Sorting, Debranning// http://www.satake-europe.com/noflash.html
3. Separator SV // http://www.vsm-sorter.ru

RESUME

M.M. Tatur, S.A. Ostroukhova. Technical Vision System for seeds sorting in a laboratory

In the article existing equipment for sorting seeds is considered. An alternative version is proposed. A static technical vision system for seeds analysis on a surface is discussed.

TVS in agriculture solves a number of problems, such as seeds counting, its quality analysis, defective seed, foreign objects and disease identification. TVS advantages are high processing speed and efficiency. It should be noted that computer vision isn't deteriorated, so specialists can save their health. Computer system can't get tired, so seeds analysis is always provided on a high level, objectively and as accurately as it possible. Static system is suitable for seeds analysis that is held in a laboratory, because analysis time isn't limited with its structural features and performance increasing doesn't require increasing of equipment size.

М.М. Татур, С.А. Остроухова. Система технического зрения для сортировки семян в лабораторных условиях

В данной статье рассматривается существующее оборудование для сортировки семян и предлагается альтернативный вариант - статическая система технического зрения для анализа семян на плоскости.

СТЗ в сельском хозяйстве решает несколько задач: подсчёт количества зерён, определение их качества, распознавание дефектных семян или инородных примесей, определение болезней. Преимущество СТЗ состоит в том, что для данных задач она работает быстрее, точнее и эффективнее человека. Важное преимущество состоит и в том, что компьютерное зрение не портится (специалисты сохраняют свое здоровье), у компьютерной системы "внимание" не притупляется, она не устает и проводит анализ объективно и максимально точно всегда. Статическая система подходит для проведения анализа семян в лабораторных условиях, так как время анализа не ограничивается ее конструктивными особенностями, а увеличение производительности не требует увеличения размера оборудования.

Поступила в редакцию 30.09.2015

